



Il Colle di
Galileo

Franco Bagnoli

Intervista impossibile a Hugh Everett III

Impossible interview with Hugh Everett III

Dipartimento di Fisica e Centro Interdipartimentale per lo Studio di Dinamiche Complesse (CSDC) Università di Firenze, Via G. Sansone 1 50019 Sesto Fiorentino (Fi)

Affiliato a INFN Sez. Firenze e al CNR - Istituto dei Sistemi Complessi

Riassunto. Si ipotizza una intervista impossibile a Hugh Everett III (Fig. 1), un fisico semi-sconosciuto, ma interessante per la sua teoria, l'interpretazione a molti mondi della meccanica quantistica [1], detta anche degli "universi paralleli" [2].

Parole chiave. Meccanica quantistica, collasso della funzione d'onda, interpretazione di Copenhagen, Interpretazione a molti mondi, Universi paralleli.

I: Buongiorno prof. Everett.

E: Buongiorno a voi, ma non sono professore.

I: Lei non è molto conosciuto.

E: No, davvero. Direi che sono stato ignorato per più di vent'anni.

I: Dato che molti di quelli che ci leggono probabilmente non hanno mai sentito parlare di lei, ci racconta qualcosa della sua vita e delle sue scoperte?

E: Volentieri. Sono nato nel 1930 e sono cresciuto un po' con mia madre e un po' con mio padre, che si erano separati. Mio padre era militare e dopo la secon-

Abstract. This is an imaginary impossible interview with Hugh Everett III (Fig. 1), an almost-unknown physicist, who is nevertheless quite interesting for his theory, the multi-world interpretation of quantum mechanics [1], also called the theory of "parallel universes" [2].

Keywords. Quantum mechanics, wave function collapse, Copenhagen interpretation, Multi-world interpretation, Parallel universes.

I: Good morning prof. Everett.

E: Good morning to you, but I am not a professor.

I: You are not very well known.

E: No, not really. I would say that I was ignored for more than twenty years.

I: Since many of our readers have probably never heard of you, would you tell us something about your life and your discoveries?



Figura 1. Hugh Everett III nel 1964 (https://en.wikipedia.org/wiki/Hugh_Everett_III#/media/File:Hugh-Everett.jpg).

Figure 1. Hugh Everett III in 1964 (https://en.wikipedia.org/wiki/Hugh_Everett_III#/media/File:Hugh-Everett.jpg).

E: With pleasure. I was born in 1930 and I grew up spending part of my time with my mother and part with my father, who had separated. My father was in the army and, after the Second World War, I spent some time living with him in Germany, where he was stationed. There we took lots of photographs of the reconstruction, avoiding taking pictures of people.

I: Why so? Privacy?

E: No, they were simply irrelevant from a technical point of view. I then enrolled at the Catholic University of America and then at Princeton. I studied mathematics. Shortly before I graduated, I started taking courses in quantum physics, and then I did my doctorate with Wheeler, the same Wheeler who was Feynman's supervisor.

I: An interesting guy?

E: Very. He inspired me to study an unusual problem: the collapse of the wave function.

I: One of the cornerstones of the Copenhagen interpretation!

E: Yes, it is. According to Max Born, the Schroedinger wave function must be interpreted in a probabilistic sense: its square module gives the probability of observing the event.

I: Does that mean finding somewhere an electron, a proton or something else?

E: The wave function does not describe a particle, it describes the whole system. Take two electrons for example. If we consider them as isolated, each one is described by a wave function. If they interact instead, the wave function describes the behaviour of the whole system. If they have never interacted, the overall wave function is simply the product of the two wave functions, but after they have interacted, it can no longer be separated. The two electrons become entangled.

da Guerra Mondiale andai andare ad abitare per qualche tempo con lui che era di stanza in Germania. Lì scattammo parecchie fotografie della ricostruzione, evitando di riprendere le persone.

I: E perché? Privacy?

E: No, erano semplicemente irrilevanti dal punto di vista tecnico. Mi sono poi iscritto alla Università Cattolica d'America, e poi a Princeton. Ho studiato matematica. Poco prima di laurearmi cominciai a seguire dei corsi di fisica quantistica, e poi feci il dottorato con Wheeler, lo stesso che fece da supervisore a Feynman.

I: Un tipo interessante?

E: Molto. Mi stimolò a studiare un problema insolito: il collasso della funzione d'onda.

I: Uno dei capisaldi della interpretazione di Copenhagen!

E: Già. Secondo Max Born, la funzione d'onda di Schroedinger si deve interpretare in senso probabilistico: il suo modulo quadrato in un punto dà la probabilità di osservare l'evento.

I: Vuole dire trovare da qualche parte un elettrone, un protone o cose così?

E: La funzione d'onda non descrive una particella, descrive tutto il sistema. Prendiamo per esempio due elettroni. Se li consideriamo isolati, ognuno è descritto da una funzione d'onda. Se invece interagiscono, la funzione d'onda descrive il comportamento del sistema da loro composto. Se non hanno mai interagito, la funzione d'onda complessiva è semplicemente il prodotto delle due funzioni d'onda, ma dopo che hanno interagito non si può più separare, i due elettroni diventano entangled, attorcigliati.

I: What does this mean?

72/161: Of course, I remember having studied this topic, although it's hard to understand. And the collapse?

E: The Schrödinger equation, and Dirac's too, are linear equations, which means that a quantum object can stand in a superposition of states. For example, an electron can be "spin up", "spin down", or a combination of "up + down".

I: And what are the consequences of this?

E: That when I go to measure its spin, if it's "up", I always find it "up", if it's "down", I always find it "down", but if it's in an overlap, I find it sometimes "up" and sometimes "down", depending on the square module of the coefficients.

I: Clear.

E: And not only that: the measuring procedure "sets" the electron spin. If I measure getting "spin up" up and then, after a while, I re-measure it, without the electron interacting with anything, I always find it "up". So, I irreversibly changed its wave function.

I: What's wrong with that?

E: That this change is not foreseen by the Schrödinger equation, we must add it "ad hoc". According to the Copenhagen interpretation, the observer makes the wave function collapse. But what is an observer?

I: Schrödinger's cat problem?

E: Right. According to quantum mechanics, the cat is also described by a wave function.

I: E questo che vuol dire?

E: Che se faccio delle osservazioni contemporanee sui due elettroni, posso trovare delle correlazioni che dimostrano che hanno interagito nel passato. Per esempio, potrebbero tornare a interagire e il risultato può dipendere dalla interazione precedente, ovvero fanno interferenza. E come ha detto Feynman, non solo un elettrone può interagire con un altro elettrone, ma anche con se stesso, come nell'esperimento della doppia fenditura. È come se un elettrone "esplorasse" contemporaneamente tutte le possibili alternative.

I: Certo, me lo ricordo, anche se è una cosa difficile da capire. E il collasso?

E: L'equazione di Schrödinger, e anche quella di Dirac, sono equazioni lineari, il che vuol dire che un oggetto quantistico può stare in una sovrapposizione di stati, per esempio un elettrone può stare con lo spin "su", lo spin "giù", o in una combinazione "su + giù".

I: E questo che conseguenze ha?

E: Che quando vado a misurare il suo spin, se è "su" lo trovo sempre "su", se è "giù" lo trovo sempre "giù", ma se è in una sovrapposizione lo trovo a volte "su" e a volte "giù", a seconda del modulo quadrato dei coefficienti.

I: Chiaro.

E: E non solo: una volta che l'ho misurato, "fisso" lo spin dell'elettrone. Se la misura dà "spin su" e poi, dopo un po' di tempo, rimisuro lo spin, senza che l'elettrone abbia interagito con nulla, lo trovo sempre "su". Quindi ho modificato irreversibilmente la sua funzione d'onda.

I: Cosa c'è che non va?

Once it has interacted with the electron, it becomes entangled with it. Therefore, if the electron was in a superposition of up and down states and, supposing the down state were to trigger a mechanism that kills the cat, then the cat + electron stand in an overlap of states "electron up + live cat" and "electron down + dead cat" (Fig. 2).

I: ...until we look in the box...

E: Yes. But why can only a human make the wave function collapse? Is the cat not an observer? What are the characteristics of an observer? This issue has been discussed at length.

I: And your solution?

E: That there is no collapse. Looking into the box, we too become entangled with the electron and the cat, and therefore we will be in an overlap "we-happy + cat-alive + electron-up" and "we-sad + cat-dead + electron-down".

I: But how can we be happy and sad at the same time?

E: Because, according to my theory, we, like the rest of the world, exist in all possible combinations. Whenever there is a quantum interaction it is as if the number of parallel universes were increasing, and all alternatives exist in one of these universes.

I: That's crazy. Maybe in one of these universes I'm dead.

E: And in another I am still alive. I have always believed in this form of quantum immortality. Unfortunately, in this universe I died of a heart attack at the age of 51.

I: Was your theory not accepted?

E: No, for twenty years nobody considered it worthy of a glance. I even went to talk about

E: Che questa modifica non è prevista dall'equazione di Schrödinger, bisogna inserirla "ad hoc". Nell'interpretazione di Copenhagen si dice che l'osservatore fa collassare la funzione d'onda. Ma cos'è un osservatore?

I: Il problema del gatto di Schrödinger?

E: Esatto. Secondo la meccanica quantistica, anche il gatto è descritto da una funzione d'onda. Una volta che ha interagito con l'elettrone, diventa entangled con questo, e quindi se l'elettrone era in una sovrapposizione di stati su e giù, e, supponiamo, lo stato giù fa scattare un meccanismo che ammazza il gatto, allora il gatto + elettrone stanno in una sovrapposizione di stati "elettrone su + gatto vivo" ed "elettrone giù + gatto morto" (Fig. 2).

I: Questo finché non guardiamo nella scatola.

E: Ma perché solo un umano può far collassare la funzione d'onda? Il gatto non è un osservatore? Quali sono le caratteristiche di un osservatore? Su questo problema si è discusso a lungo.

I: E la sua soluzione?

E: Che non c'è nessun collasso. Guardando nella scatola anche noi diventiamo entangled con l'elettrone e il gatto, e quindi saremo in una sovrapposizione "noi felici+gatto vivo+elettrone su" e "noi tristi+gatto morto+elettrone giù".

I: Ma come possiamo essere contemporaneamente felici e tristi?

E: Perché noi, come del resto tutto il mondo, secondo la mia teoria esistiamo in tutte le possibili combinazioni. Ogni volta che c'è una interazione quantistica è come se aumentassero gli universi paralleli, e tutte le alternative esistono in uno di questi universi.

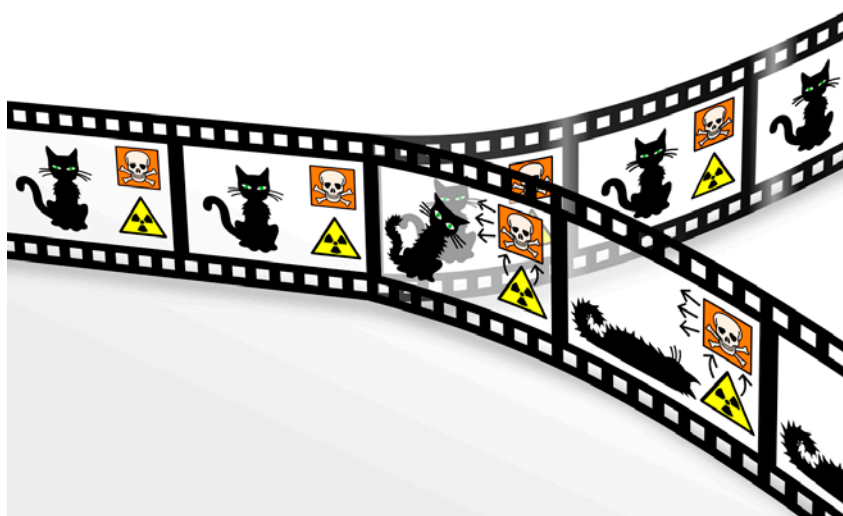


Figura 2. Il gatto in una sovrapposizione di stati (https://it.wikipedia.org/wiki/Interpretazione_a_molti_mondi#/media/File:Schrödingers_cat_film.svg).

Figure 2. The cat in a superposition of states (https://it.wikipedia.org/wiki/Interpretazione_a_molti_mondi#/media/File:Schrödingers_cat_film.svg).

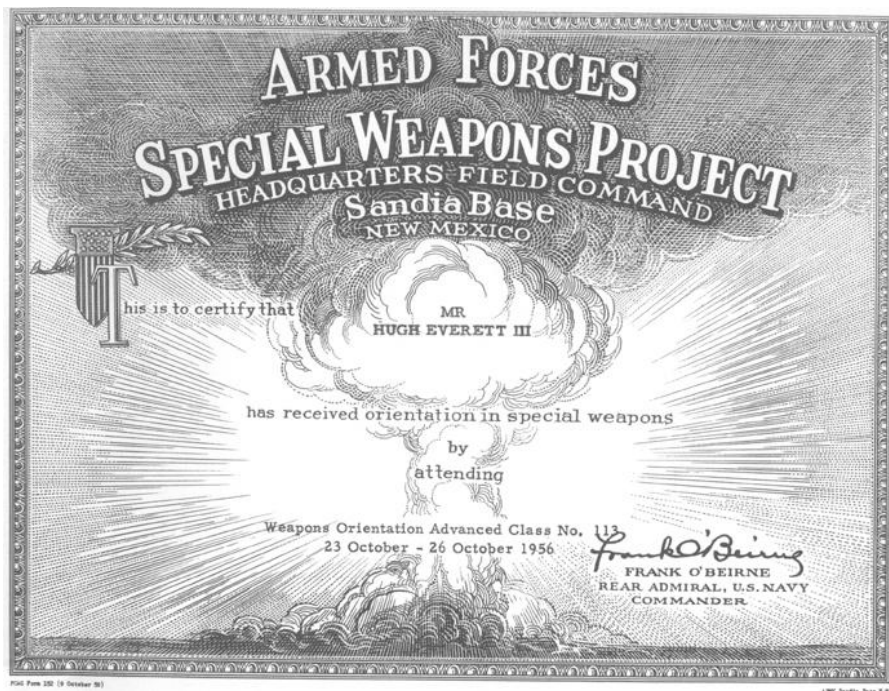


Figura 3. Il certificato di “specializzazione” in armamento di Everett (https://en.wikipedia.org/wiki/Hugh_Everett_III#/media/File:Hugh_Everett_at_New_Mexico_1956_course_attendence_certificate.jpg).

Figure 3. Everett’s certificate of “specialization” in special weapons (https://en.wikipedia.org/wiki/Hugh_Everett_III#/media/File:Hugh_Everett_at_New_Mexico_1956_course_attendence_certificate.jpg).

it with Bohr, who obviously understood nothing but still didn’t even consider my heresy. So I left the research field and started working for the armed forces (Fig. 3). Then, in 1970, Bryce DeWitt wrote an article for *Physics Today* in which he coined the expression “parallel universes”, which became famous [3]. Wheeler, who still didn’t agree with my theory, tried to get me back to university. Hawking said that my theory was “trivially true”.

E: And then what happened?

I: The problem with my theory is that it cannot be verified, at least if quantum mechanics is strictly linear. In a given universe my theory and the Copenhagen interpretation give the same results. But parallel universes can be coupled, and experiments have been described to test this hypothesis. If they were, it might be possible to travel through time, even to different universes from ours.

E: Did you have a family?

I: A rather unfortunate family. As I said, I died at the age of 51. I asked for my ashes to be thrown in the garbage, since I was sure I was alive in some other universe. My daughter committed suicide, and she also asked that her ashes be thrown away, because she would be with me in some universe anyway. My wife died of cancer, but my son Mark Oliver is alive and is a successful singer. He’s Mr E of the Eels (Fig. 4). He says he has been inspired by family tragedies, so as you see, everything has a purpose. There is an excellent BBC documentary that talks about how Mark started looking at my research, to understand who I was and what my theory said [4].

I: È pazzesco. Magari in uno di questi universi io sono morto.

E: E in un'altro io sono ancora vivo. Io ho sempre creduto in questa forma di immortalità quantistica. Purtroppo in questo universo io sono morto di attacco cardiaco a 51 anni.

I: La sua teoria non è stata accettata?

E: No, per vent'anni nessuno l'ha considerata degna di un'occhiata, andai anche a parlarne con Bohr che ovviamente non ci capì nulla ma comunque non prese neppure in considerazione la mia eresia. Così lasciai la ricerca e mi misi a lavorare per i militari (Fig. 3). Poi nel 1970 Bryce DeWitt scrisse un articolo per *Physics Today* in cui coniò l'espressione di "universi paralleli", che diventò famosa [3]. Wheeler, che comunque non condivideva la mia teoria, cercò che di farmi rientrare all'università. Hawking disse che la mia teoria era "banalmente vera".

E: E poi che è successo?

I: Il problema della mia teoria è che è inverificabile, almeno se la meccanica quantistica è strettamente lineare. In un determinato universo la mia teoria e l'interpretazione di Copenhagen danno gli stessi risultati. Ma gli universi paralleli potrebbero essere accoppiati, e sono stati descritti esperimenti per testare questa ipotesi. Nel caso lo fossero, sarebbe forse possibile fare viaggi nel tempo, anche se in universi diversi dal nostro.

E: Lei aveva famiglia?

I: Una famiglia piuttosto sfortunata. Io come ho detto sono morto a 51 anni. Ho chiesto che le mie ceneri venissero gettate nella spazzatura, tanto io ero sicuro di essere vivo in un qualche universo. Mia figlia si è suicidata, ma anche lei

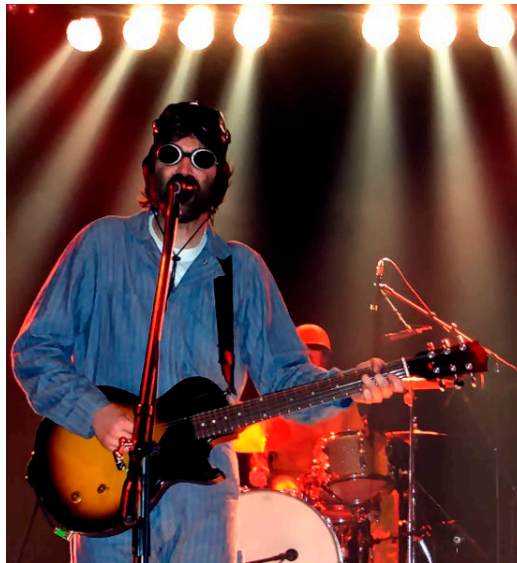


Figura 4. Mark Oliver Everett (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mark_Oliver_Everett.jpg).

Figure 4. Mark Oliver Everett (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mark_Oliver_Everett.jpg).

ha chiesto di gettare via le sue ceneri, tanto in un qualche universo sarebbe stata insieme a me. Mia moglie è morta di cancro, ma mio figlio Mark Oliver invece è vivo e fa il cantante di successo. È Mr E degli Eels (Fig. 4). Lui dice di essersi ispirato alle tragedie familiari, così come vede tutto serve a qualcosa. C'è un bel documentario della BBC che racconta come Mark sia andato alla mia ricerca, per capire chi ero e cosa diceva la mia teoria [4].

I: È stata un'intervista interessantissima. La saluto dr. Everett.

E: Saluto anche a voi e i vostri lettori, almeno quelli che stanno negli universi in cui esistiamo io, lei, e anche loro.

Franco Bagnoli (francobagnoli.complexworld.net) è un fisico teorico e lavora presso il Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università di Firenze. Studia sistemi complessi nel campo della fisica, della biologia e delle scienze cognitive. È anche interessato alla divulgazione (vedi fisicax.complexworld.net) e alla comunicazione scientifica partecipativa, ed è il presidente dell'associazione Caffè-Scienza di Firenze (www.caffescienza.it).

Questa intervista fa parte di un ciclo disponibile su Internet [5]. Alcune di queste interviste sono state raccolte in un libro [6].

I: This has been a very interesting interview. Thank you, Dr. Everett.

E: Thank you and thank you to your readers, at least those who are in the universes where you, I and they exist.

Franco Bagnoli (<http://francobagnoli.complexworld.net>) is a theoretical physicist working at the Department of Physics and Astronomy, University of Florence. He studies complex systems in physics, biology and cognitive sciences. He is also interested in the popularization (see fisicax.complexworld.net – in Italian) and interactive communication of science, and is the president of the Florence Science Café association (www.caffescienza.it).

This interview is part of a cycle available on the Internet [5]. Some of these interviews (in Italian) have been collected in a book [6].

Notes

- [1] Hugh Everett, III, 1957, 'Relative State Formulation of Quantum Mechanics', *Review of Modern Physics*, 29: 454–462.
- [2] Hugh Everett, III, 1973, 'The Theory of the Universal Wave Function', in B. De Witt and N.

Note

- [1] Hugh Everett, III, 1957, 'Relative State Formulation of Quantum Mechanics', *Review of Modern Physics*, 29: 454–462.
- [2] Hugh Everett, III, 1973, 'The Theory of the Universal Wave Function', in B. De Witt and N. Graham (eds.), *The Many-Worlds Interpretation of Quantum Mechanics*, Princeton University Press, Princeton NJ.
- [3] Bryce S. DeWitt, 1970, Quantum mechanics and reality, *Physics Today* 23, 9, 30; doi: 10.1063/1.3022331.
- [4] Jordan Lite and George Musser, 2008, Hugh Everett: New film tackles “many worlds” theory of quantum mechanics, *Scxientifica American* blog <https://blogs.scientificamerican.com/news-blog/hugh-everett-new-film-tackles-many-2008-10-21/>. See also the Nova page <https://www.pbs.org/wgbh/nova/manyworlds/>. The video is available on YouTube <https://youtu.be/ZnnA3sgMXCl>.
- [5] Franco Bagnoli, 2006, *FisicaX*, <http://fisicax.complexworld.net>.
- [6] Franco Bagnoli, 2019, *30 Interviste impossibili ai fisici del passato*, Apice Libri, Sesto Fiorentino, Italy.

Graham (eds.), *The Many-Worlds Interpretation of Quantum Mechanics*, Princeton University Press, Princeton NJ.

- [3] Bryce S. DeWitt, 1970, Quantum mechanics and reality, *Physics Today* 23, 9, 30; doi: 10.1063/1.3022331.
- [4] Jordan Lite and George Musser, 2008, Hugh Everett: New film tackles “many worlds” theory of quantum mechanics, *Scxientifica American* blog <https://blogs.scientificamerican.com/news-blog/hugh-everett-new-film-tackles-many-2008-10-21/>. See also the Nova page <https://www.pbs.org/wgbh/nova/manyworlds/>. The video is available on YouTube <https://youtu.be/ZnnA3sgMXCl>.
- [5] Franco Bagnoli, 2006, *FisicaX*, <http://fisicax.complexworld.net>.
- [6] Franco Bagnoli, 2019, *30 Interviste impossibili ai fisici del passato*, Apice Libri, Sesto Fiorentino, Italy.